

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-034538

(43)Date of publication of application : 02.02.2000

---

(51)Int.Cl. C22C 38/00  
C22C 38/06  
C22C 38/60

---

(21)Application number : 10-231075

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 14.07.1998

(72)Inventor : TSUGII KEISUKE  
NAKAMURA SADAYUKI

---

### (54) STEEL FOR MACHINE STRUCTURE EXCELLENT IN MACHINABILITY

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a sulfide protective film on the surface and to improve the service life of a tool without deteriorating the quality of the product by specifying the compsn. in steel and controlling the form of Ca in sulfide inclusions.

**SOLUTION:** A steel compsn. is composed of 0.05 to 0.8% C, 0.01 to 2.5% Si, 0.1 to 3.5% Mn, 0.001 to 0.2% P, 0.005 to 0.4% S, 0.001 to 0.1% Al, 0.0005 to 0.12% Ca, 0.005 to 0.01% O, 0.001 to 0.04% N, and the balance Fe. Moreover, in the case the area ratio of the sulfides in which the Ca content exceeds 40% to the area of the whole of the examined and observed visual field is defined as A, the area ratio of the sulfides in which the Ca content is 0.3 to 40% to the area of the whole of the examined and observed visual field as B, and the area ratio of the sulfides in which the Ca content is less than 0.3% to the area of the whole of the examined and observed visual field as C,  $A/(A+B+C) \leq 0.3$  and  $B/(A+B+C) \geq 0.1$  are satisfied.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-34538  
(P2000-34538A)

(43) 公開日 平成12年2月2日(2000.2.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 M
38/06		38/06	
38/60		38/60	

審査請求 未請求 請求項の数4 書面 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-231075

(22) 出願日 平成10年7月14日(1998.7.14)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 次井 慶介

愛知県名古屋市長区鳴海町三高根33-1-201

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094番地

(54) 【発明の名称】 旋削加工性に優れた機械構造用鋼

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 旋削加工性に優れた機械構造用鋼に関する。

【解決手段】 C、Si、Mn、P、S、Al、Ca、Nを含有し、更に必要に応じてCr、Mo、Cu、Ni、B、Nb、Ti、V、Ta、Zr、Pb、Bi、Se、Teのうち1種または2種以上含有し、残部がFe及び不可避不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.05~0.8% (以下、特記しない限り重量%を意味する)、Si: 0.01~2.5%、Mn: 0.1~3.5%、P: 0.001~0.2%、S: 0.005~0.4%、Al: 0.001~0.1%、Ca: 0.0005~0.02%、O: 0.0005~0.01%、N: 0.001~0.04%を含有し、残部がFe及び不可避不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【請求項2】 請求項1に記載の合金成分に加えて更に、Cr:  $\leq 3.5\%$ 、Mo:  $\leq 2.0\%$ 、Cu:  $\leq 2.0\%$ 、Ni:  $\leq 4.0\%$ 、B: 0.0003~0.01%のうちの1種または2種以上を含有し、更に必要に応じてNb:  $\leq 0.2\%$ 、Ti:  $\leq 0.2\%$ 、V:  $\leq 0.5\%$ 、Ta:  $\leq 0.5\%$ 、Zr:  $\leq 0.5\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFe及び不可避不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【請求項3】 請求項1に記載の合金成分に加えて更に、Pb:  $\leq 0.4\%$ 、Bi:  $\leq 0.4\%$ 、Se:  $\leq 0.5\%$ 、Te:  $\leq 0.1\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFe及び不可避不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【請求項4】 請求項2に記載の合金成分に加えて更に、Pb:  $\leq 0.4\%$ 、Bi:  $\leq 0.4\%$ 、Se:  $\leq 0.5\%$ 、Te:  $\leq 0.1\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない

硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、旋削加工性に優れた機械構造用鋼に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】自動車産業等で使用される鋼製の機械構造部品などは、鍛造などの塑性加工で粗加工した後、切削加工によって所望の最終形状に仕上げるのが一般的である。切削加工のコストを低減する目的から、被削性に優れた快削鋼に対する要求が常に大きい。

【0003】中でも旋削加工工程はほとんどの部品に適用される加工工程であり、これまでもCa系の酸化物介在物を用いたカルシウム快削鋼が開発されており（例えば特開昭49-5815）、実用上使用されている。本発明者はまたCa快削鋼に関連し、特願平9-163180を提案した。これは切削性の改善を目指したものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記2件の従来技術によっても切削性に大きなばらつきが有ることが判明した。また近年ますます増加してきている旋削加工性に対する要求に答えられず、これまでの材料よりも更に旋削加工性に優れ、且つばらつきの少ない機械構造用鋼が望まれていた。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者は、種々の研究を重ねた結果、Caの形態を硫化物中でコントロールする事により旋削加工性に優れ、且つばらつきの少ない快削鋼を開発した。

【0006】即ち機械構造用鋼において、鋼中の硫化物系介在物中のCa量を調整する事により旋削用工具の表面に硫化物系の工具保護膜を形成し、工具寿命の大幅な向上を図るものであり、その要旨とするところは下記(1)~(3)の通りである。

【0007】(1) C: 0.05~0.8%、Si: 0.01~2.5%、Mn: 0.1~3.5%、P: 0.001~0.2%、S: 0.005~0.4%、Al: 0.001~0.1%、Ca: 0.0005~0.02%、O: 0.0005~0.01%、N: 0.001~0.04%を含有し、残部がFe及び不可避不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B$

+C)  $\geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【0008】(2) 上記(1)に記載の合金成分に加えて更に、Cr:  $\leq 3.5\%$ 、Mo:  $\leq 2.0\%$ 、Cu:  $\leq 2.0\%$ 、Ni:  $\leq 4.0\%$ 、B:  $0.0003 \sim 0.01\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、更に必要に応じてNb:  $\leq 0.2\%$ 、Ti:  $\leq 0.2\%$ 、V:  $\leq 0.5\%$ 、Ta:  $\leq 0.5\%$ 、Zr:  $\leq 0.5\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFe及び不可避免不純物からなり、且つCa含有量が40を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率Cとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【0009】(3) 上記(1)に記載の合金成分に加えて更に、Pb:  $\leq 0.4\%$ 、Bi:  $\leq 0.4\%$ 、Se:  $\leq 0.5\%$ 、Te:  $\leq 0.1\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、残部がFe及び不可避免不純物からなり、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【0010】(4) 上記(2)に記載の合金成分に加えて更に、Pb:  $\leq 0.4\%$ 、Bi:  $\leq 0.4\%$ 、Se:  $\leq 0.5\%$ 、Te:  $\leq 0.1\%$ のうちの1種または2種以上を含有し、且つCa含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であることを特徴とする旋削加工性に優れた機械構造用鋼。

【0011】本発明鋼は、上記組成と介在物形態に特徴を有し、精練工程やCa添加方法を問わず、インゴット造塊法及び連続鑄造法の両方の鑄造法について有効である。

【0012】

【作用】以下に、本発明における鋼の化学組成及び介在物形態を限定する理由について説明する。

【0013】C:  $0.05 \sim 0.8\%$ 。

Cは強度を確保するために必要な元素であり、0.05%未満では強度が確保されず、一方、0.8%を超える

と靱性や被削性が劣化する。

【0014】Si:  $0.01 \sim 2.5\%$ 。

Siは溶製時の脱酸剤として含有され、また焼入れ性を向上させる元素である。0.01%未満では所望の効果が得られず、2.5%を超えて多量に添加されると延性が低下し、塑性加工時に割れを発生しやすくなる。

【0015】Mn:  $0.1 \sim 3.5\%$ 。

Mnは硫化物形成元素であり、0.1%未満では所望の効果が得られず、3.5%を超えると鋼の硬さを大きくして被削性を低下させる。

【0016】P:  $0.001 \sim 0.2\%$ 。

Pは被削性、特に仕上面性状の改善のために添加する。0.001%未満ではその効果は得られず、0.2%を超えると靱性の劣化が著しい。

【0017】S:  $0.005 \sim 0.4\%$ 。

Sは被削性の向上に有効な元素である。0.005%未満では所望の効果が得られず、0.4%を超えると靱性と延性を悪化させるばかりか、更にはCaと高融点のCaSを形成して鑄造工程に多大な障害をもたらす。

【0018】Al:  $0.001 \sim 0.1\%$ 。

Alは脱酸に必要な元素であり、その効果を得るためには0.001%以上必要とする。一方、0.1%を超えると硬質のアルミナクラスターが生成し、鋼の被削性を劣化させる。

【0019】Ca:  $0.0005 \sim 0.02\%$ 。

Caは本発明においてきわめて重要な意味を持つ元素である。硫化物中にCaを含有させるために、Caを0.0005%以上含有する事が必要である。一方、0.02%を超えると過剰なCaは高融点のCaSを形成して鑄造工程に多大な障害をもたらす。

【0020】O:  $0.0005 \sim 0.01\%$ 。

Oは酸化物を生成させるのに必要な元素である。過度に少ないOは、高融点のCa硫化物を多量に生成させ、鑄造性を劣化させるため、0.0005%以上のOが、望ましくは0.0015%を超えるOが必要である。一方、0.01%を超えて含有すると多量の硬質酸化物により被削性を劣化させるとともに、Ca硫化物の生成が困難になる。

【0021】N:  $0.001 \sim 0.04\%$ 。

Nは結晶粒の粗大化防止に有効な元素であり、0.001%以上必要である。一方、0.04%を超えて含有すると、鑄造工程に多大な障害をもたらす。

【0022】本発明の被削性に優れた機械構造用鋼には、上記成分に加えて更にCr、Mo、Cu、Ni、B、Nb、Ti、V、Ta、Zrのうちの1種または2種以上を含んでもよい。更にはこれらに加えてPb、Bi、Se、Teのうちの1種または2種以上を含んでもよい。これらの合金元素の効果と含有量を限定する理由について説明する。

【0023】Cr:  $\leq 3.5\%$ 。

Crは焼入れ性向上に有効な元素であるが、3.5%を超えるとコスト面において不利であり、更には熱間加工時に鋼に割れを多発する。

【0024】Mo:  $\leq 2.0\%$ 。

MoはCrと同様に焼入れ性向上に有効な元素であるが、2.0%を超えるとコスト面において不利であり、更には被削性を劣化させるとともに熱間加工時に鋼に割れを多発する。

【0025】Cu:  $\leq 2.0\%$ 。

Cuは組織を緻密にし、強度を向上させる。一方、2.0%を超えると熱間加工性を悪化させるとともに被削性も低下させる。

【0026】Ni:  $\leq 4.0\%$ 。

NiはCrと同様に焼入れ性向上に有効な元素であるが、4.0%を超えるとコスト面において不利であり、更には被削性を低下させる。

【0027】B:  $0.0003 \sim 0.01\%$ 。

Bは微量の添加により焼入れ性を向上させる元素であり、0.0003%未満ではその効果が得られず、0.01%を超えると結晶粒を粗大化するとともに、熱間加工時に鋼に割れを多発する。

【0028】Nb:  $\leq 0.2\%$ 。

Nbは高温における結晶粒の粗大化を防ぐのに有効な元素であるが、0.2%を超えて含有させても効果が飽和するため、必要に応じて0.2%まで添加しても良い。

【0029】Ti:  $\leq 0.2\%$ 。

TiはNと結合してTiNを形成し、Bの焼入れ性向上効果を発揮させる元素であるが、0.2%を超えて含有するとTiNが過剰となり、熱間加工時に鋼に割れを多発する。

【0030】V:  $\leq 0.5\%$ 。

VはCやNと結合して炭窒化物を生成し、結晶粒を微細化する効果を有する。0.5%を超えて含有させても効果が飽和するため、必要に応じて0.5%まで添加しても良い。

【0031】Ta:  $\leq 0.5\%$ 。

Taは結晶粒を微細化し靱性を向上させるのに有効な元素である。0.5%を超えて含有させても効果が飽和するため、必要に応じて0.5%まで添加しても良い。

【0032】Zr:  $\leq 0.5\%$ 。

ZrはTaと類似した性質を有し、結晶粒を微細化し靱性を向上させるのに有効な元素である。0.5%を超えて含有させても効果が飽和するため、必要に応じて0.5%まで添加しても良い。

【0033】Pb:  $\leq 0.4\%$ 。

Pbは良く知られた被削性を向上させる元素である。Pbは単独で或いは硫化物外周に付着する様な形態で存在し、それ自身が被削性を向上させる効果を有する。0.4%以上の場合にはPbの鋼への溶解度を超過、且つその大きな比重のために過剰なPbは単独で凝集、沈殿し

て鋼中の欠陥となるため、上限を0.4%とする。

【0034】Bi:  $\leq 0.4\%$ 。

BiはPbと類似した性質を有する被削性を向上させる元素である。0.4%以上の場合にはBiの鋼への溶解度を超過、且つその大きな比重のために過剰なBiは単独で凝集、沈殿して鋼中の欠陥となるため、上限を0.4%とする。

【0035】Se:  $\leq 0.5\%$ 。

Seは良く知られた被削性を向上させる元素である。0.5%を超える場合には熱間加工性を悪化させて割れを発生しやすくなるため、上限を0.5%とする。

【0036】Te:  $\leq 0.1\%$ 。

Teは良く知られた被削性を向上させる元素である。0.1%を超える過剰な場合には熱間加工性を悪化させて割れを発生しやすくなるため、上限を0.1%とする。

【0037】介在物の形態: EPMAにより、視野0.05平方ミリメートル以上の面積中の硫化物を分析した結果、Ca含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとする時、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ 。上記化学組成からなる鋼においては、一般に硫化物はその主成分がMnSであり、Mnの一部がCaに置換されるが、Caへの置換の程度により硫化物の性質が異なる。面積率Aが硫化物全体の30%を超える時は硫化物は高融点のCaSが過剰となって、製造性を悪化させるとともに、旋削工具寿命の改善効果も少なく、ばらつきも大きい。一方、面積率Bが硫化物全体の10%を下回るとMnからCaへの置換の程度が小さく所望の工具寿命改善効果が得られない。

【0038】

【実施例】本発明鋼の特徴を実施例を用いて説明する。表1から表4に示す化学組成を有する鋼を5tonアーケ炉、或いは150kg高周波真空誘導炉にて溶製した。得られた鋼塊は、表1及び表3の鋼種については直径90mmの丸棒に圧延、或いは鍛造し、表2及び表4の鋼種については直径50mmの丸棒に圧延、或いは鍛造し、それぞれ熱処理後に調査に供した。基本鋼種としては、請求項1に該当する表1においてはS15C、S45C、S55Cを、請求項2に該当する表2においてはSCr415、SNCM420、SCM440を、請求項3に該当する表3においてはS45Cを、請求項4に該当する表4においてはSCM440を採用した。

【0039】製造性を評価するために、鑄造時には高融点物質の析出により鑄造ノズルが閉塞し、鑄造量全体の10%以上残して鑄造続行が不可能となった場合を鑄造性劣とした。更に、圧延或いは鍛造加工後に表面疵起因

により不良となった量が圧延或いは鍛造量全体の5%を超えた場合を熱間加工性劣とした。

【0040】被削性を評価するために、表1から表4の鋼種についてはそれぞれ表5に示す熱処理を施した後、表1の条件にて旋削加工した。得られた工具寿命時間について各基本鋼種毎に比較鋼a1、b1、c1、d1、e1、f1の工具寿命時間を1とした場合、それぞれの工具寿命時間比率を算出し、それぞれの工具寿命比とした。

【0041】硫化物を評価するために、各旋削試験材について検鏡試料を作成し、EPMAにより、視野0.05平方ミリメートル以上の面積中の硫化物を分析した。Ca含有量が40%を超える硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率を\*

\* B、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物の調査観察視野全体の面積に対する面積率をCとして、A、B、Cそれぞれの硫化物全体に対する面積比率を求めた。

【0042】靱性を評価とするために衝撃試験を実施した。表1の一部鋼種から13mm角を切り出し、焼入れ焼戻し処理後にJIS3号試験片を作成し、JIS Z 2242に従って実施した。

【0043】表2中の鋼について焼入れ後の旧オーステナイト結晶粒度を測定した。

【0044】表3及び表4中の鋼については、圧延或いは鍛造後の直径50mmの丸棒にて発汗試験を実施し、異常の認められたものについては、内部欠陥有りとした。

【0045】

【表1】

基本鋼種	区分	No.	化学成分 (mass%)									硫化物組成		被削性 工具 寿命比	製造性		
			C	Si	Mn	P	S	Ca	Al	O	N	A A+B+C	B A+B+C		鍛造性	熱間加工性	衝撃値
S15C系	発明鋼	A1	0.15	0.22	0.55	0.018	0.019	0.0028	0.019	0.0022	0.009	0	0.3	15	良好	良好	-
		A2	0.16	0.05	0.45	0.003	0.029	0.0021	0.004	0.0016	0.008	0	0.2	22	良好	良好	-
		A3	0.16	0.31	2.02	0.059	0.098	0.0007	0.021	0.0047	0.005	0	0.2	8.2	良好	良好	-
		A4	0.15	1.34	1.25	0.023	0.016	0.0111	0.003	0.0008	0.006	0.1	0.8	16	良好	良好	-
	比較鋼	a1	0.15	0.33	0.39	0.016	0.015	0.0001	0.016	0.0021	0.008	0	0	1.0	良好	良好	-
		a2	0.16	0.32	0.62	0.016	0.091	0.0034	0.022	0.0019	0.007	0.4	0.4	1.9	良好	良好	-
		a3	0.14	1.12	3.99	0.025	0.201	0.0023	0.028	0.0017	0.013	0	0.3	0.7	良好	良好	-
		a4	0.15	0.23	0.31	0.024	0.055	0.0006	0.000	0.0188	0.016	0	0.1	1.2	良好	良好	-
S45C系	発明鋼	B1	0.45	0.32	0.75	0.015	0.052	0.0021	0.002	0.0039	0.012	0	0.2	27	良好	良好	164
		B2	0.44	2.02	1.49	0.032	0.021	0.0035	0.011	0.0022	0.019	0	0.5	8.5	良好	良好	177
		B3	0.45	0.26	0.13	0.011	0.032	0.0012	0.020	0.0014	0.007	0	0.3	15	良好	良好	172
		B4	0.47	0.31	0.67	0.016	0.021	0.0001	0.011	0.0018	0.011	0	0	1.0	良好	劣	180
	比較鋼	b1	0.47	2.98	1.52	0.015	0.055	0.0003	0.015	0.0112	0.010	0	0.05	0.8	良好	劣	180
		b2	0.44	0.36	1.01	0.020	0.003	0.0025	0.037	0.0004	0.004	0.1	0.7	1.6	良好	良好	169
		b3	0.44	0.36	1.01	0.020	0.003	0.0025	0.037	0.0004	0.004	0.1	0.7	1.6	良好	良好	169
		b4	0.45	1.08	0.66	0.253	0.051	0.0018	0.017	0.0038	0.011	0	0.1	6.7	良好	良好	76
S55C系	発明鋼	C1	0.55	0.34	0.73	0.005	0.018	0.0014	0.009	0.0019	0.012	0	0.2	10	良好	良好	162
		C2	0.55	0.29	3.02	0.032	0.151	0.0015	0.012	0.0087	0.025	0.1	0.3	13	良好	良好	138
		C3	0.54	0.34	0.80	0.019	0.055	0.0035	0.088	0.0020	0.009	0	0.3	21	良好	良好	153
		C4	0.56	0.83	0.99	0.015	0.017	0.0001	0.029	0.0027	0.022	0	0	1.0	良好	良好	163
	比較鋼	c1	0.55	0.37	0.86	0.022	0.452	0.0023	0.161	0.0007	0.045	0.8	0.4	0.7	劣	劣	115
		c2	0.56	0.34	1.48	0.010	0.017	0.0251	0.004	0.0013	0.008	0.2	0.9	1.2	劣	良好	136
		c3	0.56	0.34	1.48	0.010	0.017	0.0251	0.004	0.0013	0.008	0.2	0.9	1.2	劣	良好	136
		c4	1.01	0.41	0.99	0.019	0.047	0.0011	0.015	0.0021	0.008	0	0.2	1.9	良好	良好	66

工具寿命: 超硬P10、速度200m/min、送り0.1mm/rev、乾式にて、横逃げ面平均磨耗幅=0.2mmまでの加工時間比率。

鍛造性: 鍛造量全体の内、残湯量10%以上にてノズル閉塞により鍛造続行困難となった場合を鍛造性劣とする。

熱間加工性: 圧延或いは鍛造加工時に表面疵起因による不良量が圧延或いは鍛造量全体の5%を超えた時、熱間加工性劣とする。

衝撃値: 焼き入れ焼戻し材のシャルピー衝撃値(J/mm<sup>2</sup>)

【0046】

【表2】

基本 鋼種	区分	No.	化学成分 (mass%)											硬化物組成		切削性		耐蝕性		結晶 粒度	
			C	Si	Mn	P	S	Ca	Al	O	N	Cu	Ni	Cr	Mo	その他	A A+B+C	B A+B+C	工具 寿命比		加工性
SCr415 系	発 明	D1	0.15	0.26	0.55	0.018	0.019	0.0028	0.019	0.0022	0.009	0.13	0.04	1.19	0.01		0	0.3	12	良好	7
		D2	0.16	0.08	0.73	0.022	0.031	0.0019	0.021	0.0014	0.010	0.10	0.09	3.21	0.01		0	0.2	11	良好	8
	鋼	D3	0.14	0.33	1.18	0.019	0.054	0.0012	0.021	0.0018	0.008	0.08	0.11	1.15	0.01	Ti0.032 B0.0021	0	0.2	9.3	良好	5
		比 較	d1	0.15	0.21	0.73	0.020	0.016	0.0001	0.011	0.0023	0.009	0.05	0.06	1.12	0.01		0	0	10	良好
	SNCM420 系	発 明	d2	0.16	3.02	3.21	0.113	0.099	0.0081	0.021	0.0019	0.012	2.00	1.50	3.98	0.01		0.3	0.6	2.1	劣
d3			0.17	0.62	0.91	0.034	0.024	0.0023	0.045	0.0016	0.014	0.16	0.17	2.48	0.02	Ti0.24 B0.0161	0	0.2	6.4	良好	6
鋼		E1	0.21	0.31	0.68	0.021	0.014	0.0026	0.029	0.0021	0.011	0.09	1.68	0.52	0.16		0	0.2	10	良好	8
		E2	0.22	0.38	0.98	0.020	0.018	0.0019	0.018	0.0016	0.008	0.13	3.51	2.55	1.98	Nb0.18	0	0.2	9.3	良好	10
SCM440 系		比 較	E3	0.19	0.19	1.20	0.198	0.388	0.0068	0.041	0.0017	0.008	1.02	1.99	2.01	0.30	V0.45	0.7	0.1	6.4	良好
	e1		0.20	0.30	0.77	0.012	0.017	0.0001	0.029	0.0018	0.010	0.21	1.88	0.48	0.20		0	0	1.0	良好	9
	鋼	e2	0.19	0.39	0.98	0.021	0.100	0.0034	0.018	0.0021	0.010	0.09	5.01	3.01	2.51		0.2	0.4	3.5	劣	7
		e3	0.19	1.01	0.61	0.015	0.049	0.0022	0.409	0.0009	0.005	0.22	1.99	0.79	0.34	Nb0.31 V0.98	0.2	0.3	0.6	良好	10
	結晶粒度: 焼入れ後の回火ステイト結晶粒度	発 明	F1	0.39	0.21	0.75	0.045	0.023	0.0013	0.049	0.0021	0.012	0.12	0.29	1.02	0.16		0	0.1	6.6	良好
F2			0.41	0.19	0.56	0.021	0.029	0.0041	0.038	0.0019	0.008	1.25	1.00	1.49	0.19	Ta0.42	0.1	0.8	1.4	良好	8
鋼		F3	0.43	1.03	0.12	0.018	0.051	0.0026	0.032	0.0043	0.007	0.09	0.07	3.11	0.98	Zr0.46	0	0.3	15	良好	9
		f1	0.38	0.23	0.76	0.020	0.016	0.0001	0.019	0.0017	0.010	0.11	0.06	1.13	0.18		0	0	1.0	良好	6
SCM440 系		比 較	f2	0.41	0.55	0.81	0.012	0.088	0.0031	0.022	0.0021	0.008	2.98	2.03	1.00	0.23		0	0.2	4.5	劣
	f3		0.40	0.30	1.00	0.021	0.053	0.0025	0.078	0.0020	0.008	0.18	0.15	1.15	0.29	Ta1.01	0	0.3	9.8	良好	8
	鋼	f4	0.40	0.41	0.73	0.008	0.121	0.0032	0.031	0.0016	0.007	0.13	0.34	1.22	1.01	Zr0.62	0.1	0.4	1.4	良好	9

[0047]

[表3]

\*【0048】  
【表4】

基本 鋼種	区 分	No.	化学成分											(mass%)			硫化物組成			切削性 工具 寿命比	製造性 熱間 加工性	品質 内部 欠陥
			C	Si	Mn	P	S	Ca	Al	O	N	その他	A	B	$\frac{A+B+C}{A+B+C}$							
S45C 系	発 明 鋼	G1	0.45	0.31	0.65	0.014	0.021	0.0022	0.011	0.0019	0.011	0.0019	0.011	Pb0.29	0	0.3	0	0.3	0.3	0.1	無し	無し
		G2	0.44	0.29	0.59	0.021	0.019	0.0018	0.013	0.0022	0.010	0.022	0.010	Bi0.32	0	0.2	0	0.2	0.2	0.1	無し	無し
		G3	0.44	0.27	0.60	0.012	0.022	0.0024	0.021	0.0020	0.009	0.020	0.009	Se0.41	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	無し	無し
		G4	0.45	0.31	0.72	0.011	0.017	0.0016	0.018	0.0016	0.008	0.016	0.008	Te0.089	0	0.3	0	0.3	0.3	0.1	無し	無し
	比 較 鋼	b1	0.47	0.31	0.67	0.016	0.021	0.0001	0.011	0.0018	0.011	0.0018	0.011		0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	無し	無し
		g1	0.46	0.29	0.66	0.015	0.017	0.0015	0.012	0.0015	0.009	0.015	0.009	Pb0.45	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	有り	有り
		g2	0.45	0.30	0.67	0.022	0.023	0.0016	0.010	0.0025	0.013	0.025	0.013	Bi0.50	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	有り	有り
		g3	0.44	0.31	0.73	0.020	0.019	0.0020	0.028	0.0018	0.011	0.025	0.011	Se0.55	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	劣	無し
		g4	0.45	0.27	0.65	0.012	0.025	0.0019	0.014	0.0023	0.011	0.023	0.011	Te0.184	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	劣	無し

【0049】  
【表5】

基本鋼種	熱処理内容	
S15C	900℃×120min, AC	
S45C	850℃×120min, AC	
S55C	850℃×120min, AC	
SCr415	850℃×90min, OQ	200℃×90min, AC
SNM420	850℃×90min, OQ	200℃×90min, AC
SCM440	850℃×90min, OQ	600℃×90min, WC

【0050】表1～表4の本発明鋼は少なくとも旋削工具寿命が、比較基準鋼の6倍以上であり、かつ製造性や衝撃値、内部品質が良好である。これに対してそれぞれの比較鋼は、工具寿命が短いか、或いは製造性に問題が

あるか、靱性が低いか、多量の内部欠陥を有する。  
【0051】  
【発明の効果】以上の説明で明らかな様に本発明鋼は、製造性、製品品質の劣化を招くことなく旋削工具寿命を



大幅に向上させる事ができるものであり、産業上の利点が極めて大きい。